جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره بیست و پنج، بهار ۱۳۹۷

صص ۱۸۵- ۱۶۹

DOI: 10.22067/geo.v6i4.62460

بررسی فراسنجه‌های مرفولوژی گیاه، مرفومتری، کانی‌شناسی و دانه‌بندی رسوبات بادی نبکاهای منطقه سرخس

محمدجواد یوسفی- کارشناس ارشد مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد

علیرضا راشکی[1]- استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد

محمد فرزام- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه فردوسی مشهد

محمدتقی کاشکی- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۳/۱۶

چکیده

در مناطق غربی و جنوبی شهرستان سرخس نبکاهای زیادی گسترش دارند که نشان‌دهنده فعالیت بادی و حمل رسوبات است که توسط پوشش گیاهی کنترل شده‌اند. ریخت‌شناسی و کانی‌های رسوبات نبکاها جدا از اینکه به خصوصیات گیاهان تشکیل دهنده آن ارتباط دارند می‌توانـد اطلاعات مناسبی از محیط شکل‌گیری و منشأ رسوبات فراهم کند. نبکاها باعث به وجود آوردن جزایر حاصلخیزی در یک منطقه می‌گردند. برای سنجش و رصد عملکرد نبکاها و همچنین بررسی روند تغییرات شاخص‌های مرفولوژی گیاهان به وجود آورندهٔ نبکا و نحوهٔ تغییرات دانه‌بندی رسوبات بادی نبکا، تعداد ۱۲۰ عدد نبکا در ۳ سایت از شمال تا جنوب نبکازارهای غرب شهرستان سرخس مورد بررسی قرار گرفت. برای هر نبکا پارامترهای مرفولوژی گیاه و مرفومتری نبکا مورد نیاز از قبیل ارتفاع، طول و حجم نبکا و ارتفاع، قطر بزرگ، حجم و محیط گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت و بررسی ضریب همبستگی و تبیین بین شاخص‌های مرفولوژی گیاه با شاخص‌های مرفومتری نبکا صورت پذیرفت. همچنین رسوبات نبکاهای بررسی شده مورد آزمایش‌های تعیین بافت رسوب، کانی‌شناسی، pH ، EC و دانه‌بندی قرار گرفتند و نتایج آزمایش‌ها با روند تغییرات پارامترهای بررسی شده از گیاه، نبکا و رسوبات مورد بررسی قرار گرفتند. بر طبق نتایج آزمایش‌های دانه‌بندی و کانی‌شناسی و جهت باد غالب، محل برداشت رسوبات از فاصلهٔ حدود ۵۰ کیلومتری در جنوب کشور ترکمنستان است. همچنین مشخص گردید در منطقه با افزایش مسافت حمل رسوب میزان EC کاهش و بر میزان pH رسوبات افزوده می‌گردد. از میان شاخص‌های مرفولوژی گیاهی بررسی شده شاخص‌های حجم گیاه تأثیر بیشتری بر روی حجم نبکای به وجود آمده دارند. همچنین تأثیر

[1] نویسنده مسئول: ۰۵۱۳۸۸۰۵٤۷۰ Email: a.rashki@um.ac.ir

حجم و ارتفاع گیاه بر شاخص‌های D_{10}، D_{50}، D_{90} و میانگین قطر رسوبات بیشتر از تأثیر شاخص مسافت حمل رسوب است؛ اما بر روی شاخص کشیدگی رسوبات بیشترین عامل مؤثر مسافت حمل رسوب می‌باشد.

واژگان کلیدی: سرخس، کانی‌شناسی، دانه‌بندی، نبکا، مرفومتری

۱- مقدمه

فرآیندهای بادی شامل حمل‌ونقل و رسوب توسط باد است که در محیطهای مختلف ازجمله مناطق ساحلی، بیابان‌های سرد و گرم و زمین‌های کشاورزی رخ می‌دهد. ویژگی مشترک همهٔ این محیطها این است که پوشش گیاهی بسیار پراکنده بوده و یا اصلاً وجود ندارد. فرایندهای باد رفتی باعث انتشار ذرات رس، گل و لای، شن و ماسه شده و تپه‌های ماسه‌ای را در مناطق مختلف به وجود می‌آورند. مهاجرت این تپه‌ها توسط بادهای قوی و تجاوز آن‌ها به اکوسیستم‌های مجاور، این مناطق را از نظر کیفیت هوا، شیمی خاک و مواد مغذی خاک دستخوش تغییر می‌کنند (Lanchaster, 2009). پژوهش‌ها و تحقیقات بی‌شماری در زمینهٔ مطالعهٔ ذرات ماسه در مناطق کویری و ساحلی جهان صورت گرفته است. در این پژوهش‌ها، تحلیل‌های دانه‌سنجی و شکل سنجی، ابزارهای متداول در تعیین منشأ و شناخت ماسه‌های بادی و ساحلی محسوب می‌شوند. دراین‌ارتباط پارامترهایی همچون اندازهٔ ذرات ماسه و تحلیل‌های آماری آن‌ها ازجمله میانگین، انحراف معیار، کشیدگی، چولگی محاسبه و مورد استفاده واقع می‌شود (Gong et al, 2004). بعد از تحقیقات انجام شده در ارتباط با پارامترهای مربوط به اندازه ذرات در دهۀ ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ توسط Trask (1932)، Krumbien & Patty jen (۱۹۳۸) ، Inman (1952)، Krumbien (۱۹۵۲)، Ward & Folk (1957)، بعدها تحقیقات زیادی در این زمینه انجام گرفت که بیشتر این تحقیقات به درک ویژگی‌های ذرات ماسه، مثل درشت و ریز بودن ماسه‌ها تأکید شده است (Folk, 1951).

در اکثر تحقیقات و منابع قدیمی که در مناطق بیابانی و کویری انجام شده، بیشتر به بررسی الگوهای انتقال رسوبات بادی و رفتار دینامیکی رسوبات پرداخته شده است اما از اوایل دهه ۱۹۸۰ این‌گونه مطالعات بیشتر بر روی پارامترهای مشخصی از قبیل میانگین قطر ذرات، جورشدگی و کشیدگی دانه‌های ماسه متمرکز گردید. در مطالعات جدید، Maclaren (1981) اولین مدل را در ارتباط با انتقال رسوب ارائه داد که بیشتر بر اساس مطالعه و ترکیب پارامترهای آماری استوار بود. Zaady و همکاران (2008) نیز با استفاده از روش‌های گرانولومتری و میکرومرفولوژی به مطالعهٔ ماسه‌ها در دشت یامین، واقع در قسمت شرقی بیابان نقب، پرداختند. آن‌ها برای این منظور از پارامترهای مختلفی از قبیل شکل و اندازهٔ ذرات و همچنین مقدار کشیدگی ذرات ماسه استفاده نمودند. دانشمندان مختلفی با استفاده از روش‌های توزیع آماری در تحلیل داده‌ها به بررسی دقیق تفاوت گرانولومتری شکل برخان پرداختند که تفاوت معناداری بین اندازهٔ ذرات برخان و فرایندهای بادی در فصول مختلف را نشان می‌دهد؛ اما مطالعه در مورد

ماسهٔ مناطق ساحلی بر روی مواردی از قبیل بررسی تراکم نسبی ماسه‌ها در تپه‌های ماسه‌ای (Terzaghi, 1995)، بررسی ارتباط متقابل بین تپه‌های ماسه‌ای و ساحل (Sherman&Booer, 1993; Hesp, 2002)، بررسی تغییرات مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای(Short & Hesp, 1982) و یا بررسی مورفودینامیک تپه‌ها (Aagaard et al., 2004) متمرکز بوده است.

در ایران نیز در دهه‌های اخیر، تحقیقات زیادی با موضوع ذرات ماسه و مرفولوژی آن، صورت گرفته است که با گذشت زمان، این پژوهش‌ها از حالت کیفی به کمی تغییر ماهیت داده است. ازجمله سنایی اردکانی (۱۳۸٤) با استفاده از روش مورفوسکوپی، به بررسی رسوبات لسی استان گلستان در ۲ محدودهٔ مطالعاتی پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد که ۷۰ درصد کانی کوارتز در نمونه‌های اخذ شده، به صورت ذراتی زاویه‌دار بوده که این امر نشان‌دهندهٔ محلی بودن و حمل ذرات توسط باد از فاصله‌ای نزدیک است و اشکال هاله مانند و مات این ذرات نیز حکایت از حمل آن‌ها از دریاچه‌های قدیمی دارد. نگارش و لطیفی (۱۳۸۸)، با استفاده از روش‌های مورفوسکوپی و آنالیز فیزیکی و شیمیایی رسوبات بادی، به منشأ یابی نهشته‌های بادی در شرق زابل پرداختند. بررسی‌های مورفوسکوپی از روی رسوبات و نمونه‌های اخذ شده، نشان داد که برخی از نهشته‌ها از هامون‌های خشک شده و دارای منشأ دریایی بوده و برخی توسط بادهای ۱۲۰ روزهٔ سیستان از سرزمین‌های دور دست به منطقه حمل شده‌اند. در پژوهشی دیگر، قانعی بافقی و یار احمدی (۱۳۹۰)، در ارگ حسن آباد بافق، ابتدا اقدام به نمونه‌برداری از ذرات ماسه این منطقه در ٤۰ نقطه مشخص نمودند. سپس با انجام مطالعات مربوط به گرانولومتری، به محاسبات مربوط به میانگین، چولگی، جور شدگی، رسم نمودارهای تجمعی و ... پرداخته و به این نتیجه رسیدند که جهت بادهای فرساینده منطقهٔ مورد مطالعه، نقش موثری در نحوهٔ دانه‌بندی ذرات ماسه‌دارد. عباسی و همکاران (۱۳۹۰) نیز به منظور منشأ یابی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان، از روش‌های دانه‌بندی و کانی‌شناسی استفاده نمودند. برای این منظور اقدام به نمونه‌برداری از ۲۸ نمونه رسوبات بادی و انجام مراحل مورفوسکوپی و کانی‌شناسی نمودند. بررسی آن‌ها نشان داد که رسوبات تپه‌های ماسه‌ای از جورشدگی خوب برخوردار بوده و نتایج آزمایش کانی‌شناسی نشان داد که ۸٤ درصد فراوانی ذرات متشکله را خرده سنگ‌هایی مانند کوارتزیت و گرانودیوریت و ... و ۱٦ درصد ذرات بقیه را کانی‌های کوارتز، فلدسپات و کلسیت تشکیل می‌دهند. همچنین نتایج شکل‌سنجی، کانی‌شناسی و دانه‌بندی نشان داد که منشأ بیشتر رسوبات موجود در نمونه‌های اخذ شده با منشأ بادی با حدود ۷۱ درصد بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد. پریمی و همکاران (۱۳۹٤) به بررسی رسوب‌شناسی و مرفومتری تپه‌های ماسه‌ای (نوع برخان و نبکا) حاشیهٔ کویر حاجعلی قلی واقع در جنوب دامغان پرداختند. نتایج حاصله از مرفومتری تپه‌های ماسه-ای برخانی نشان داد که دامنه قله و پشت به باد بیشترین همبستگی را نشان می‌دهد و برای بدست آوردن ارتفاع می-توان از آنها استفاده کرد. برای تپه‌های ماسه‌ای از نوع نبکا رگرسیون خطی هر یک از متغیرهای مستقل و وابسته به

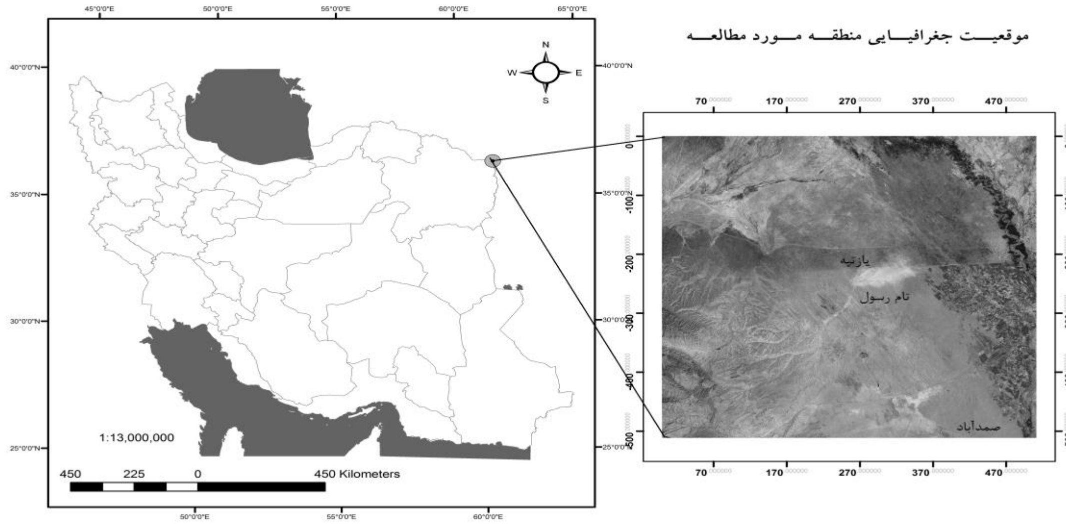
طول محور بلند محاسبه شد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت هر دو متغیر بـرای تعیـین طـول محـور بلنـد مناسب است.

در تحقیق حاضر سعی بر آن است که با شناخت هر چه بیشتر ماهیت ماسه‌های نبکاهای منطقه سـرخس، مقایسـه‌ای کمّی- تحلیلی روی گرانولومتری و مورفوسکوپی ماسه‌هـا و شـاخص‌هـای مرفولـوژی گیـاهی بـا شـاخص‌هـای مرفومتری نبکاهای این مناطق انجام گیرد تا با یافتن وجوه تشابه و تمایز، تجزیه و تحلیل علل آن صورت پذیرد.

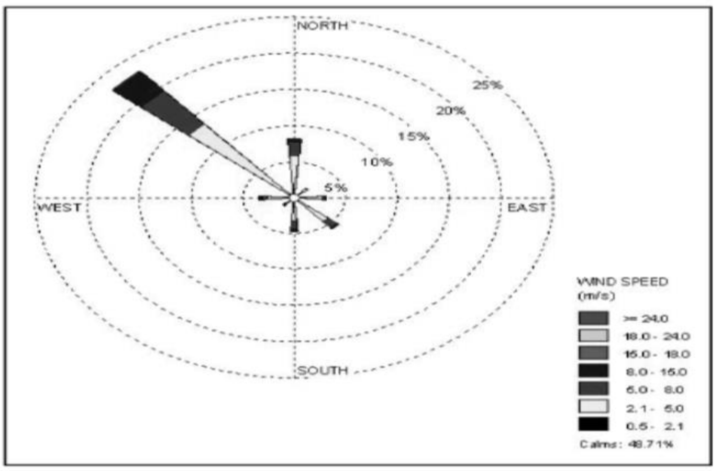
۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

نبکاهای مورد مطالعه در این پژوهش در نبکازارهای غرب شهرستان سرخس از شمال غرب تا جنوب غـرب ایـن شهرستان در موقعیـت جغرافیـایی ″ ٤١ ′ ٢٨ ٣٦ تـا ″ ٥٩ ′٣٧ ٣٦ شـمالی و ″ ٣٠ ′١ ٦١ تـا ″ ٤٣ ′ ٣ ٦١ شـرقی گسترش یافته‌اند. این مناطق، جز کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در شهرستان سرخس می‌باشند. ارتفاع متوسـط ایـن مناطق ۲۸۵ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۱۸۷,٦ میلیمتر و میانگین دمای سالانه ۱٤,٤ درجهٔ سـانتیگراد اسـت و جهت باد غالب از سمت شمال غرب به سمت جنوب شـرق مـی‌باشـد (غلـامی،۱۳۹۲). بـر اسـاس شـکل شـماره ۲ قسمت اعظم بادهای شهرستان منطقه مورد مطالعه دارای جهـت شـمالغربی بـه جنـوب شـرقی و پـس از آن بادهـای شمالی می‌باشند و بیشتر بادهای منطقه دارای سرعتی بین ۸ تا ۱۵ متر بر ثانیـه هسـتند. ایـن منـاطق تحـت تـأثیر وزش بادهای ۱۲۰ روزه قرار داشته که معمولاً در فصل تابستان و از کشـور ترکمنسـتان وارد ایـران مـی‌گـردد. وجـود بسـتر معمولاً خشک رودخانه اصلی و مسیل‌های فرعی بویژه پس از احداث سـد دوسـتی و همچنـین صـحرای قـره قـوم باعث فراهم شدن ماسه و ایجاد ناهمواری‌های ماسه‌ای گردیده است. نبکاها از مهم‌ترین اشکال این ناهمواری‌هـا مـی‌باشند که در مناطق مختلف سرخس نمود پیدا کرده است. پـس از بررسـی تصـاویر مـاهواره‌ای و بازدیـدهای میـدانی جهت انجام پژوهش مورد نظر، ۳ سایت در قسمت‌های شمال، تقریباً مرکزی و جنوبی نبکازار انتخاب گردیـد. سـایت اول (یازتپه) که در شمالی‌ترین نقطهٔ نبکازار می‌باشد، دارای میانگین ارتفـاع ۲۵۳ متـر بـوده و اکثریـت نبکاهـای ایـن منطقه نبکاهای گیاه خارشتر بودند. سایت دوم (تام رسول) در منتهی الیه جنوبی سایت ۱، با میـانگین ارتفـاع ۳۱۱ متـر قرار داشت و گیاه غالب نبکاهای این منطقه را گونهٔ اسپند تشکیل می‌داد. سایت سـوم (صـمدآباد) در قسـمت جنـوبی منطقه مورد مطالعه با میانگین ارتفاع ۵۷۲ متر قرار داشت و گیاه غالب نبکاهای آن گیاه سبد پاکوتاه بـود. شـکل شـماره ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را در تقسیمات سیاسی ایران و همچنـین تصـویر منطقـه در Google Earth را نشـان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه در تقسیمات سیاسی ایران (سمت راست) و تصویر مناطق مورد مطالعه (سمت چپ) بر روی گوگل ارث



شکل۲. گلباد سالانه شهرستان سرخس در سال ۱۳۹٤

۲-۲- روش کار

ابتدا با استفاده از تصاویر گوگل ارث و بازدیدهای میدانی محدودهٔ مورد مطالعه و قلمرو توسعهٔ نبکاها تعیین گردید. پس از بررسی‌های میدانی مشخص گردید که تقریباً کلیهٔ نبکاهای ایجاد شده در منطقه (به جز گونه‌های دست کاشت نظیر تاغ و ...) جز گیاهان همی کریپتوفیت[1] بوده و ابعاد و مرفولوژی آن‌ها تفاوت چندانی با یکدیگر

1 Hemicryptophytes

نداشته و همچنین بیشتر گونه‌های موجود در منطقه تقریباً در بیشتر نواحی منطقه مورد مطالعه استقرار داشتند. در گام بعدی جهت بررسی نمونه‌های رسوبات بادی نبکاها، ۲ ترانکست در منطقه یازتپه (قسمت شمالی نبکازارها)، ۲ ترانسکت در تام رسول (نواحی مرکزی منطقه) و ۲ ترانسکت نیز در صمدآباد (قسمت جنوبی منطقه) زده شد. طول هر ترانسکت ۱۰۰ متر و نحوهٔ انتخاب محل ترانسکت‌ها به روش تصادفی بود. جهت بررسی شاخص‌های مرفولوژی گیاه و شاخص‌های مرفومتری نبکا و همچنین بررسی روابط بین آن‌ها در امتداد هر ترانسکت پارامترهایی نظیر ارتفاع نبکا، طول نبکا، حجم نبکا، ارتفاع گیاه، قطر بزرگ گیاه، حجم و محیط گیاه و همچنین نمونه‌برداری از رسوبات بادی هر نبکا صورت پذیرفت. بدین ترتیب شاخص‌های مرفولوژی و مرفومتری ۱۲۰ نبکا در یازتپه (شمال)، تام رسول (مرکز) و صمدآباد (جنوب) منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. از نمونه رسوبات هر ۳ سایت مورد مطالعه، در راستای وزش باد به صورت انتخاب تصادفی نبکا ۵ نمونه جهت انجام آزمایش‌های تعیین میزانph ،EC، بافت، کانی‌شناسی و دانه‌بندی تعیین گردید. به علت کوچک بودن حجم نبکاهای منطقه مورد مطالعه سعی بر آن شد که نمونه برداری از رسوبات سطح تا عمق ۲ سانتی‌متر تمامی قسمت‌های نبکا صورت پذیرد. برآورد میزان ph و EC رسوبات با استفاده از دستگاه‌های ph متر و EC متر استفاده شد. شناسایی کانی‌های موجود در رسوبات از این جهت حائز اهمیت بود که منشأ آن‌ها مشخص شود. بدین منظور کانی‌شناسی رسوبات هر ۳ سایت با استفاده از آزمایش XRD تعیین شدند. تعیین بافت رسوب نیز به روش هیدرومتری انجام شد. به منظور تعیین شاخص‌های دانه‌بندی رسوبات نیز از روش الک تر و فرمول‌های رایج برای تعیین میانگین، چولگی، کشیدگی و انحراف معیار و طبقه‌بندی فولک استفاده شد. جهت بررسی بهتر میزان تأثیر شاخص‌های مرفولوژی گیاه با شاخص‌های مرفومتری نبکا میان این شاخص‌ها ضریب همبستگی محاسبه شد. پس از انجام آزمایش‌ها و مشخص شدن منشأ یکسان داشتن رسوبات به بررسی و تحلیل نتایج آزمایش‌ها و شاخص‌های اندازه‌گیری شده، چگونگی ارتباط آن‌ها با یکدیگر و بررسی روند تغییرات شاخص‌های مرفومتری نبکا و دانه‌بندی رسوبات و علل آن پرداخته شد. شکل شماره ۳ سیمای ظاهری نبکاهای تشکیل‌شده در منطقه و چگونگی در نظر گرفتن پارامترهای مرفومتری و مرفولوژی بررسی شده را نشان می‌دهد.



شکل۳. سیمای ظاهری نبکاهای تشکیل شده و پارامترهای مورد ارزیابی در منطقه مورد مطالعه

۳- نتایج و بحث

۳-۱- آزمایش کانی شناسی (XRD)

جهت تعیین کانی‌های موجود در رسوبات هر منطقه، از رسوبات هر منطقه ۳ نمونه رسوب بـه صـورت تصـادفی انتخاب و مورد آزمایش کانی‌شناسی (XRD) قرار گرفت که نتایج این آزمایش در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول۱. نتایج آزمایش‌های بافت رسوب در سه سایت مورد مطالعه

نام نمونه	کانی‌های شناسایی شده
نمونه (۱) یازتپه	۷۰٪ کوارتز – ۳۰٪ دولومیت
نمونه (۲) یازتپه	۸۲٪ کوارتز – ۱۸٪ ژیپس
نمونه (۳) یازتپه	۷۷٪ کوارتز – ۱۶٪ فلدسپات – ۷٪ کلریت
نمونه (۱) تام رسول	۴۹,۵٪ کوارتز – ٤٤,۲٪ فلدسپات – ٦,۲٪ پیروکسن
نمونه (۲) تام رسول	۷۹٪ کوارتز – ۱۱,۵٪ دولومیت – ۷٪ژیپس– ۲,۵٪ کلریت
نمونه (۳) تام رسول	۷۰٪ کوارتز – ۱۵٪ دولومیت – ۱۵٪ ژیپس
نمونه (۱) صمدآباد	۸۱,۲٪ کوارتز – ۱۸,۸٪ آلبیت
نمونه (۲) صمدآباد	۸۲٪ کوارتز –۷٪ دولومیت – ۱۱٪ ژیپس
نمونه (۳) صمدآباد	٦٦٪ کوارتز – ٢٤ ٪ ژیپس – ۱۰٪ دولومیت

بر اساس نتایج آزمایش کانی‌شناسی مشاهده می‌گردد که کانی‌های موجود در هر ۳ سـایت مـورد بررسـی تقریبـاً یکسان می‌باشند. این کانی‌ها عموماً دارای منشأ رسوبی هستند و با توجـه بـه جهـت بـاد غالـب منطقـه کـه از سـمت

شمالغربی می‌باشد، می‌توان پیش‌بینی نمود که منطقه برداشت رسوبات پلایاهای مناطق جنوبی کشـور ترکمنسـتان مـی-باشد.

۳-۲- آزمایش بافت رسوب

جهت بررسی بافت رسوب در هر منطقه، بر روی ۳ نمونه رسوب آزمایش تعیین بافت انجام شـد کـه نتـایج آن در جدول شمارۀ ۲ آورده شده است.

جدول ۲. نتایج آزمایش‌های بافت رسوب در سه سایت مورد مطالعه

ردیف	نام منطقه	درصد ماسه	درصد سیلت	درصد رس	کلاس بافتی رسوب
۱	یازتپه	۹۰	٦/٧٨	۲/۳۲	ماسه
۲	یازتپه	۹۱	٦/٨٠	۲/۲۰	ماسه
۳	یازتپه	۹۰	۵	۵	ماسه
٤	تام رسول	۹۰	۵/۸۰	٤/۲۰	ماسه
۵	تام رسول	۹۳	۲/٦۰	٤/٤۰	ماسه
٦	تام رسول	۹۰	٦	٤	ماسه
۷	صمدآباد	۹۲	٤	٤	ماسه
۸	صمدآباد	۹۰	۵/۲۰	٤/٨۰	ماسه
۹	صمدآباد	۹۰	۸/۵۰	۱/۵۰	ماسه

همان‌طور که نتایج آزمایش بافت خاک نشان می‌دهد قسمت اعظم رسوبات منطقـه را رسـوبات ماسـه‌ای تشـکیل می‌دهد که جهت بررسی بهتر و دقیق‌تر آن‌ها آزمایش‌های دانه‌بندی و کانی‌شناسی نیز بـر روی رسـوبات منطقـه انجـام گردید که در ادامه نتایج آنان نیز بررسی می‌گردد. در این قسمت می‌توان یادآوری نمود کـه بـا توجـه بـه اینکـه سـهم مقدار ماسه در رسوبات بسیار زیاد است، منطقهٔ برداشت آنان از منطقهٔ رسـوب‌گـذاری فاصـلهٔ خیلـی زیـادی نـدارد و همچنین همهٔ نمونه‌های رسوب در کلاس بافت ماسه قرار می‌گیرند.

۳-۳- آزمایش‌های تعیین pH و EC

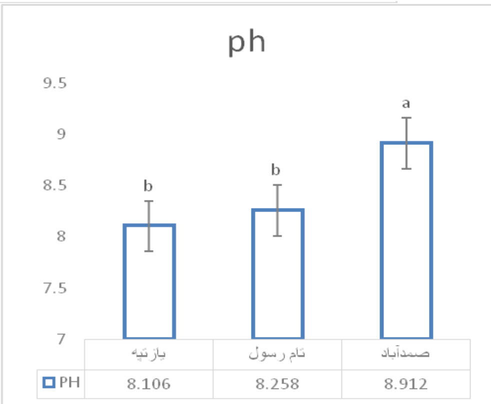
جهت بررسی روند تغییرات پارامترهای pH[۱] و EC[۲] در هر سایت مورد مطالعـه ۵ نمونـه بـه صـورت تصـادفی مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج این آزمایش‌ها در جدول شماره۳ آورده شده است. همچنین بررسی میـانگین میـزان pH و EC در سه سایت از طریق آزمون آنالیز واریانس یکطرفه[۳] صورت پـذیرفت. نتـایج نشـان‌دهنـدۀ بیشـتر بـودن

1 Power of hydrogen
2 Electrical conductivity
3 One-way ANOVA

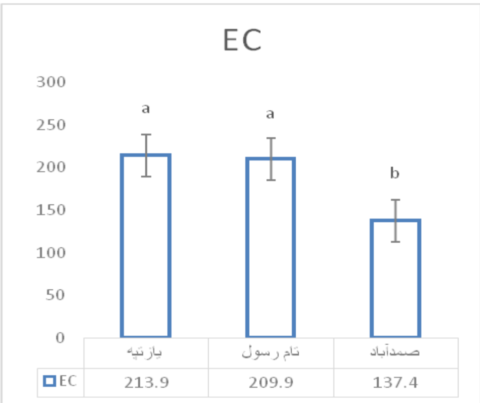
معنادار میزان pH و کمتر بودن میزان EC در سطح معناداری ٪۹۵ در منطقه صمدآباد نسبت به دو سایت دیگر می‌باشد.

جدول ۳. نتایج آزمایش‌های pH و EC در سایت‌های مطالعاتی

ردیف	نام منطقه	pH	EC (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر)	ردیف	نام منطقه	pH	EC (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر)
۱	یازتپه	۸/۳٤	۲۳۳	۹	تام رسول	۸/۲۲	۲۱۰
۲	یازتپه	۷/۹۰	۲۲٤	۱۰	تام رسول	۸/۳٦	۱۸۷/٥
۳	یازتپه	۸/۰۱	۲۰۰	۱۱	صمدآباد	۹/۱۹	۲۸٤
٤	یازتپه	۸/۲۳	۱۸۳/٥	۱۲	صمدآباد	۸/۹۱	۸٦/۲
٥	یازتپه	۸/۰٥	۲۲۹	۱۳	صمدآباد	۸/۸۷	۹۸
٦	تام رسول	۸/۰۷	۲۰۱	۱٤	صمدآباد	۸/۸۷	۹٥/۷
۷	تام رسول	۸/۲۰	۲۲٦	۱٥	صمدآباد	۸/۷۲	۱۲۲/۹
۸	تام رسول	۸/٤٤	۲۲٥	***	***	***	***



شکل ٤. مقایسه میزان EC



شکل ٥. مقایسه میزان ph

همان‌طور که در جدول شمارهٔ ۳ و شکل شمارهٔ ٤ مشخص است میزان هدایت الکتریکی رسوبات خیلی کم می‌باشد که البته همین میزان کم هدایت الکتریکی رسوبات (EC)، از سایت ۱ (یازتپه) به سمت سایت ۳ (صمدآباد) با افزایش مسافت حمل رسوب روند کاهشی در پیش گرفته است بطوریکه میزان میانگین هدایت الکتریکی نمونه‌های رسوب سایت ۳ بر اساس آزمون دانکن[1] در سطح معناداری ٪۹۵ کمتر از میزان میانگین هدایت الکتریکی

1 Dunkan

نمونه‌های سایت ۱ می‌باشد. البته روند تغییرات میزان هدایت الکتریکی رسوبات با افزایش مسافت حمل رسوب با توجه به نتایج آزمایش‌های کانی‌شناسی قابل توجیه می‌باشد. بررسی نتایج آزمایش کانی‌شناسی (جدول شمارهٔ ۱)، نمونه‌های رسوبات ۳ منطقه نشان‌دهندهٔ افزایش میزان کانی ژیپس با افزایش مسافت حمل رسوب در ۳ سایت می-باشد و با توجه به این‌که کانی ژیپس دارای هدایت الکتریکی بسیار کمی می‌باشد، کم شدن میزان هدایت الکتریکی رسوبات با افزایش مسافت حمل رسوب توجیه می‌گردد. همچنین جدول شمارهٔ ۳ و شکل شمارهٔ ۵ نیز نشان‌دهندهٔ میزان pH رسوبات ۳ سایت مورد مطالعه می‌باشد که مشاهده می‌گردد رسوبات این مناطق نیز همانند رسوبات اکثر مناطق خشک و بیابانی در محدودهٔ بازی قرار دارند. بررسی میزان pH رسوبات بر اساس مسافت حمل رسوب نشان‌دهندهٔ روند افزایش pH رسوبات بادی با افزایش مسافت حمل رسوب است بطوریکه میانگین pH رسوبات در سطح معناداری ۹۵٪ بر طبق آزمون دانکن در سایت ۳ بیشتر از سایت‌های ۱ و ۲ می‌باشد. علت روند افزایشی pH رسوبات ۳ سایت با افزایش مسافت حمل رسوب با بررسی نتایج آزمایش کانی‌شناسی (جدول شمارهٔ ۱)، قابل توجیه می‌باشد. بر این اساس، میزان حضور کانی دولومیت در نمونه‌های رسوب هر سایت با افزابش مسافت حمل رسوب روند کاهشی داشته و حضور این کانی باعث کاهش pH رسوبات می‌گردد و کاهش این کانی اسیدی در نمونه‌های رسوب منجر به افزایش pH رسوبات گردیده است.

۳-٤- همبستگی شاخص‌های مرفولوژی گیاه با شاخص‌های مرفومتری نبکا

بر اساس بررسی ضرایب همبستگی و تبیین میان شاخص‌های مرفولوژی گیاه و مرفومتری نبکاها بررسی شده، بیشترین ضریب همبستگی بین شاخص‌های حجم گیاه با حجم نبکا برقرار می‌باشد؛ اما به کلی بیشترین همبستگی با شاخص‌های مرفومتری نبکا را شاخص قطر بزرگ نبکا ایجاد می‌نماید و پس از آن، شاخص‌های محیط و حجم گیاه قرار دارند. این بررسی نشان داد که ارتفاع گیاه در بین شاخص‌های مرفولوژی گیاهی دارای کمترین تأثیر بر روی شاخص‌های مرفومتری نبکا می‌باشد. البته لازم به ذکر است که گیاهان مورد مطالعه در این پژوهش گیاهان همی-کریپتوفیت[1] بودند و تغییرات ارتفاع در آن‌ها کم بود از این رو می‌توان گفت که در یک فرم رویشی خاص که تغییرات ارتفاع گیاه زیاد نباشد، شاخص ارتفاع گیاه نسبت به دیگر شاخص‌های مرفولوژی گیاه تأثیر کمتری بر روی شاخص‌های مرفومتری نبکاهای حاصل شده دارد. بررسی ضرایب تبیین بین شاخص‌های بررسی شده نشان دهندهٔ این نتیجه است که قوی‌ترین رابطهٔ تبیینی بین شاخص‌های بررسی شده بین حجم گیاه و حجم نبکا بر قرار شده است.

1 Hemicryptophytes

جدول ٤. بررسی ضرایب همبستگی و تبیین میان شاخص‌های مرفولوژی و مورفومتری بررسی شده

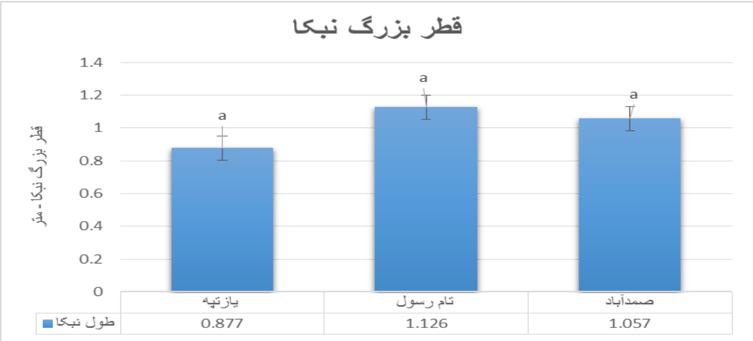
ردیف	شاخص‌های بررسی شده	ضریب همبستگی	ضریب رگرسیون	ضریب تبیین تعدیل شده	سطح معنی-داری	رابطهٔ رگرسیونی
۱	قطر بزرگ گیاه- ارتفاع نبکا	۰/۷۰٤	۰/٤۹٥	۰/٤۹۱	۰/۰۰۰	Y=0.10884x+0.02407
۲	قطر بزرگ گیاه- حجم نبکا	۰/٦۹٦	۰/٤٨٥	۰/٤٨۰	۰/۰۰۰	Y=0.38319x-0.20766
۳	قطر بزرگ گیاه- قطر بزرگ نبکا	۰/٨۹۲	۰/۷۹٦	۰/۷۹٥	۰/۰۰۰	Y=1.64527+0.07477
٤	محیط گیاه-ارتفاع نبکا	۰/٦۱۲	۰/۳۷٤	۰/۳٦۹	۰/۰۰۰	Y=0.01269x+0.05074
٥	محیط گیاه-حجم نبکا	۰/٦٤۳	۰/٤۱۳	۰/٤۰٨	۰/۰۰۰	Y=0.04745x-0.12925
٦	محیط گیاه-قطر بزرگ نبکا	۰/٨۷٨	۰/۷۷۲	۰/۷۷۰	۰/۰۰۰	Y=0.21727+0.33542
۷	حجم گیاه- ارتفاع نبکا	۰/٥۰٨	۰/۲٥٨	۰/۲٥۲	۰/۰۰۰	Y=0.02538x+0.10675
٨	حجم گیاه- حجم نبکا	۰/۹۰۲	۰/٨۱۳	۰/٨۱۲	۰/۰۰۰	Y=0.16025x+0.04097
۹	حجم گیاه- قطر بزرگ نبکا	۰/٦۳٨	۰/٤۰۷	۰/٤۰۲	۰/۰۰۰	Y=0.37991x+1.32678
۱۰	ارتفاع گیاه- ارتفاع نبکا	۰/٤۷٤	۰/۲۲٥	۰/۲۱٨	۰/۰۰۰	Y=0.26656x+0.05653
۱۱	ارتفاع گیاه- حجم نبکا	۰/٥۷٤	۰/۳۲۹	۰/۳۲٤	۰/۰۰۰	Y=1.14819x-0.14487
۱۲	ارتفاع گیاه- قطر بزرگ نبکا	۰/٦۱۳	۰/۳۷٥	۰/۳۷۰	۰/۰۰۰	Y=4.1057x+0.54663

۳-٥- بررسی پارامترهای مورفولوژی گیاه و مورفومتری نبکا بررسی شده

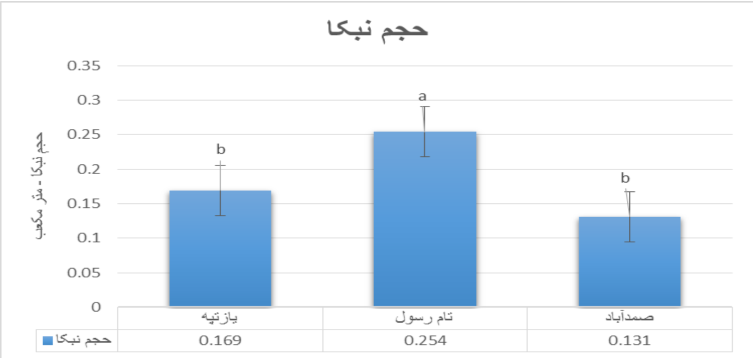
برای بررسی میزان تغییرات در شاخص‌های اندازه‌گیری شده، نتایج هر شاخص مورد بررسی در ۳ منطقه مورد آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه قرار گرفت و مشخص گردید از میان شاخص‌های بررسی شده از نبکا و گیاه شاخص‌های ارتفاع و قطر بزرگ نبکا، قطر بزرگ گیاه و محیط گیاه دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۹٥٪ نمی‌باشند و شاخص‌های حجم نبکا، ارتفاع و حجم گیاه در سطح معنادار ۹٥٪ دارای تفاوت معنادار می‌باشند. جهت بررسی آزمون برابری میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده گردید.



شکل ٦. نمودار بررسی برابری میانگین ارتفاع نبکاها

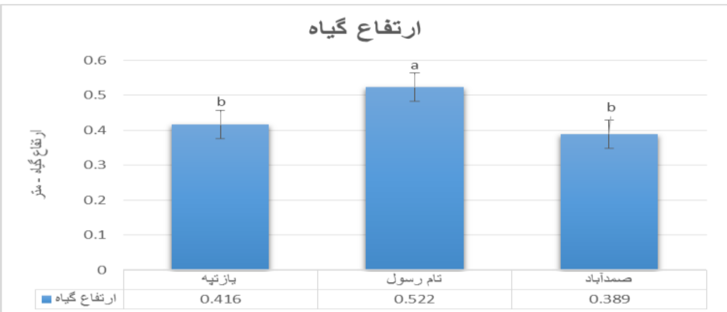


شکل۷. نمودار بررسی برابری میانگین قطر بزرگ نبکاها



شکل۸. نمودار بررسی برابری میانگین حجم نبکاها

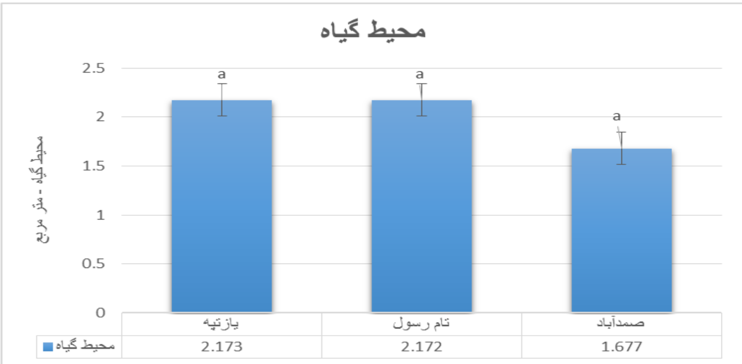
بر اساس اشکال ٦ ، ٧ و ٨ مشاهده می‌گردد که در بین شاخص‌های مرفومتری نبکاهای بررسی شده در ۳ سایت مورد بررسی، میانگین ارتفاع و طول نبکاها در سایت ۲ کمی بیشتر از سایت‌های ۱ و ۳ می‌باشد اما این تفاوت در سطح معناداری ۹۵٪ بر طبق آزمون دانکن معنادار نمی‌باشد اما بررسی شاخص حجم نبکاها در ۳ سایت نشان‌دهندهٔ بیشتر بودن حجم نبکاها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۹۵٪ نسبت به سایت‌های ۱ و ۳ می‌باشد. با توجه به اینکه حجم نبکاها در سایت ۲ بیشتر از سایت‌های ۱ و ۳ است می‌توان نتیجه گرفت مهم‌ترین عامل مؤثر بر شاخص‌های مرفومتری نبکا عامل مسافت حمل رسوب نیست.



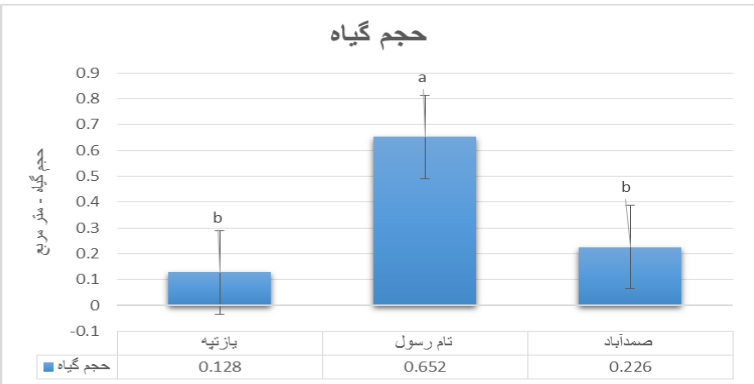
شکل ۹. نمودار بررسی برابری میانگین ارتفاع گیاهان



شکل ۱۰. نمودار بررسی برابری میانگین قطر بزرگ گیاهان



شکل ۱۱. نمودار بررسی برابری میانگین محیط گیاهان



شکل ۱۲. نمودار بررسی برابری میانگین حجم گیاهان

بر اساس اشکال ۹،۱۰،۱۱ و ۱۲ مشخص می‌گردد که از بین شاخص‌های مرفولوژی گیاهی بررسی شده در ۳ سایت مورد مطالعه شاخص‌های طول و محیط گیاهان در ۳ سایت دارای تفاوت معنادار با یکدیگر نبوده ولی شاخص‌های ارتفاع و حجم گیاهان در سایت ۲ به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سایت‌های ۱ و ۳ می‌باشد. با توجه

به نتایج حاصل از جدول ۳ که نشان‌دهندۀ همبستگی بالای شاخص حجم گیاه با شاخص‌های مرفومتری نبکا و همچنین همبستگی پایین شاخص ارتفاع گیاه با شاخص‌های مرفومتری نبکا بود، می‌توان گفت مهم‌ترین شاخص مرفولوژی گیاهی بررسی شده و تأثیر گذار در این پژوهش شاخص حجم گیاه می‌باشد.

۳-٦- آزمایش‌های دانه‌بندی

به منظور بررسی نحوۀ دانه‌بندی رسوبات جمع آوری شده از سایت‌های مطالعاتی، از هر سایت ۵ نمونه رسوب به صورت تصادفی مورد آزمایش دانه‌بندی قرار گرفت که میانگین نتایج هر سایت در جدول زیر ارائه شده است. لازم به ذکر می‌باشد که دانه‌بندی در این نمونه‌ها به روش فولک[1] انجام شده است.

جدول۵. بررسی دانه‌بندی نمونه‌های رسوب

نام سایت	d10	d50	d90	میانگین	جورشدگی	چولگی	کشیدگی
یازتپه	۰/۰۵۱	۰/۱۰٤	۰/۲۳٤	۰/۱۱۳٤ ماسۀ خیلی ریز	۰/۰٦٦ خیلی خوب جور شده	۰/۲۷۷ به سمت ریزدانه	۲/۲۳۵٦ بسیار کشیده
تام رسول	۰/۰٦٤	۰/۱۱۳	۰/۲۹۲	۰/۱٤۲۲ ماسۀ ریز	۰/۰۸٦ خیلی خوب جور شده	۰/٤۸۰ زیاد به سمت ریزدانه	۱/٤۳۹٦ کشیده
صمدآباد	۰/۰۵٤	۰/۰۹۷	۰/۱۸۳	۰/۱۰۵٤ ماسۀ خیلی ریز	۰/۰۵۰ خیلی خوب جور شده	۰/۳۲٤ زیاد به سمت ریزدانه	۱/۱۳۷٦ کشیده

با بررسی نتایج آزمایش‌های دانه‌بندی مشخص گردید که پارامترهای D_{10}، D_{50}، D_{90} و قطر میانگین ذرات همگی در سایت شماره ۲(قسمت مرکزی) افزایش قابل توجهی داشته است. با توجه به این‌که روند تغییرات این پارامترها با افزایش فاصله از منطقۀ برداشت قابل توجیه نبوده و با روند تغییرات حجم گیاهان در ۳ سایت قابل توجیه می‌باشد، لذا می‌توان گفت شاخص حجم گیاهان نسبت به شاخص مسافت حمل رسوب تأثیر بیشتری بر روند تغییرات قطر رسوبات نبکا دارد. همچنین چون D_{50} کلیه نمونه‌ها و میانگین قطر بیشتر دانه‌های رسوب در کلاس ماسۀ خیلی ریز قرار دارد می‌توان گفت که مسافت حمل رسوب بین ۲۰ تا ۵۰ کیلومتر می‌باشد (مقصودی و همکاران،۱۳۹۰:۱٦).

در بررسی نتایج آزمایش دانه‌بندی رسوبات ۳ سایت، ملاحظه شد جورشدگی ذرات بین ۰/۰۵۰ تا ۰/۰۸٦ می-باشد که نشان‌دهندۀ جورشدگی خیلی خوب در رسوبات می‌باشد، اما بررسی روند تغییرات این شاخص نیز نشان-

1 Folk

دهندهٔ اثر بیشتر مرفولوژی گیاه نسبت به مسافت حمل رسوب می‌باشد؛ چرا که در نمونه‌های رسوب تام رسول (دارای بیشترین حجم گیاهان) میزان جورشدگی کمی کمتر از ۲ سایت دیگر است، اما جورشدگی بهتر رسوبات منطقهٔ صمدآباد (سایت ۳) نسبت رسوبات منطقهٔ یازتپه (سایت۱) نیز موید تأثیر مسافت حمل رسوب بر روی جورشدگی رسوبات می‌باشد. به همین ترتیب مقایسهٔ پارامتر چولگی در میان نتایج ۳ سایت نشان می‌دهد که بیشتر بودن مقادیر این شاخص در سایت ۲ نسبت به ۲ سایت دیگر ناشی از تأثیر بسیار زیاد حجم گیاه بر روی شاخص چولگی می‌باشد و بیشتر بودن چولگی رسوبات سایت ۳ نسبت به سایت ۱ نشان‌دهندهٔ تأثیر مسافت حمل رسوب بر روی میزان چولگی می‌باشد و هرچه مسافت حمل رسوب بیشتر شود، میزان چولگی نیز افزایش می‌یابد و چولگی به خیلی به سمت ذرات دانه‌ریز سیر می‌نماید. البته تأثیر شاخص مسافت حمل رسوب کمتر از شاخص حجم گیاهان به وجود آورنده نبکاها می‌باشد. بررسی دیگر بر روی میزان کشیدگی رسوبات صورت پذیرفت که نشان داد بر طبق انتظارات، با افزایش مسافت حمل رسوب از میزان کشیدگی رسوبات کاسته‌شده و در مورد این شاخص تأثیر فاصلهٔ حمل رسوب بیشتر از حجم گیاهان به وجود آورندهٔ نبکا می‌باشد.

٤- جمع‌بندی

با توجه به نتایج آزمایش‌های کانی‌شناسی، تعیین بافت رسوب، شواهد افراد محلی و جهت باد غالب چنین استدلال شد که این مناطق دارای منشأ یکسان می‌باشند. با توجه به منشأ رسوبی اکثر کانی‌ها، املاح آنها و دانه‌بندی نمونه‌های مورد بررسی که نشان دهنده فاصلهٔ ۲۰ تا ۵۰ کیلومتری از منطقه برداشت می‌باشند، می‌توان چنین استدلال نمود که احتمالاً منشأ رسوبات نبکاها مناطق جنوبی کشور ترکمنستان در نزدیکی مرز ایران است.

از بررسی‌های آماری مشخص‌گردید که از میان شاخص‌های مرفولوژی گیاهی بررسی شده، به ترتیب شاخص‌های قطر بزرگ گیاه، محیط و حجم گیاه و در نهایت ارتفاع گیاه بیشترین ضریب همبستگی با شاخص‌های مرفومتری نبکاهای حاصل را دارند؛ به عبارت دیگر در یک فرم رویشی خاص که تغییرات ارتفاع گیاه زیاد نباشد، شاخص ارتفاع گیاه نسبت به دیگر شاخص‌های مرفولوژی گیاه تأثیر کمتری بر روی شاخص‌های مرفومتری نبکاهای حاصل شده دارد. از بین شاخص‌های مرفولوژی گیاهی بررسی شده بیشترین عامل مؤثر بر حجم نبکای به وجود آمده عامل حجم گیاه می‌باشد. در مورد چگونگی روند تغییرات شاخص‌های Ph و EC چنین استدلال شد که در این منطقه در راستای وزش باد با بیشتر شدن مسافت حمل رسوب به تدریج از میزان EC نمونه‌های رسوب کاسته‌شده و در مقابل میزان Ph افزایش یافته است.

بررسی روند ارتفاع نبکاها حاکی از کاهش تدریجی این شاخص مرفومتری نبکا در راستای وزش باد می‌باشد که با افزایش مسافت توان حمل رسوب توسط رژیم باد کاهش می‌یابد.

با بررسی نتایج آزمایش‌های دانه‌بندی در مورد شاخص‌های D_{10}، D_{50}، D_{90} و میانگین قطر ذرات می‌توان گفت که حجم گیاه نسبت به فاصلهٔ از منطقهٔ برداشت تأثیر بیشتری بر روی میزان این شاخص‌ها دارد. همچنین چون D_{50} کلیه نمونه‌ها و میانگین قطر بیشتر دانه‌های رسوب در کلاس ماسهٔ خیلی ریز قرار دارد می‌توان گفت که مسافت حمل رسوب بین ۲۰ تا ۵۰ کیلومتر می‌باشد و رسوب‌گذاری در یک محیط آرام و کم انرژی صورت پذیرفته که این محیط آرام و کم انرژی در منطقهٔ بادخیز شرق شهرستان سرخس حاکی از عملکرد قوی تاج پوشش بوتهٔ گیاهی در کاهش سرعت باد و آرام‌سازی محیط رسوب‌گذاری است.

نتایج آزمایش دانه‌بندی رسوبات ۳ سایت، نشان داد که جورشدگی ذرات خیلی خوب می‌باشد. در مورد شاخص چولگی نیز می‌توان گفت هرچه مسافت حمل رسوب بیشتر شود، میزان چولگی نیز افزایش می‌یابد و چولگی خیلی به سمت ذرات دانه‌ریز متمایل می‌شود. البته تأثیر عامل مسافت حمل رسوب کمتر از عامل حجم گیاهان به وجود آورنده نبکاها می‌باشد. بررسی دیگر بر روی میزان کشیدگی رسوبات صورت پذیرفت که نشان داد بر طبق انتظارات با افزایش مسافت حمل رسوب از میزان کشیدگی رسوبات کاسته‌شده و در مورد این شاخص تأثیر فاصلهٔ حمل رسوب بیشتر از حجم گیاهان به وجود آورندهٔ نبکا است.

این بررسی‌ها نشان می‌دهد که پارامترهای مرفولوژی گیاه (بخصوص حجم) گیاه و مسافت حمل رسوب به صورت مشترک تاثیرگذار بر روی پارامترهای مرفولوژی نبکا و همچنین شاخص‌های دانه‌بندی رسوبات می‌باشند که در بین این ۲ عامل نیز پارامتر مرفولوژی حجم گیاه در بیشتر شاخص‌های بررسی شده ازجمله بافت رسوب، حجم نبکا، قطر بزرگ نبکا، D_{10}، D_{50}، D_{90} و میانگین قطر رسوبات، جورشدگی و چولگی تأثیر بیشتری نسبت به مسافت حمل رسوب دارد. نتایج این پژوهش اهمیت پارامتر مرفولوژی حجم گیاه را در زمینهٔ نبکا و کنترل ماسه‌های بادی بوسیلهٔ گیاه بیشتر نشان داد.

منابع

احمدی، حسن؛ ۱۳۸۵. ژئومورفولوژی کاربردی–فرسایش بادی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران.

سنایی اردکانی، سعید؛۱۳۸٤. بررسی رسوبات لسی مناطق قپان و درهٔ ناهار خوران استان گلستان از دیدگاه ویژگی‌های مورفوسکپی. شیمیایی و تحلیل شرایط رسوب‌گذاری. مجله علوم کشاورزی.

شهریار، علی؛ لرستانی، قاسم؛ مقصودی، مهران؛۱۳۹۲. بررسی شکل و دانه‌سنجی ذرات ماسه در مناطق داخلی و ساحلی ایران (مطالعهٔ موردی: ریگ مرنجاب–ساحل جاسک). کاوش‌های بیابانی مناطق بیابانی. شمارهٔ۲. ۱۷–۳۵.

عباسی، مرضیه؛ سادات فیض نیا، حمیدرضا؛ عباسی، یونس؛ قرنجیک، احمد؛۱۳۹۰. بررسی دانه‌بندی و کانی‌شناسی رسوبات در منشأ یابی تپه‌های ماسه‌ای بلوچستان. تحقیقات مرتع و بیابان. شمارهٔ ۳. ٤٤۱–٤٥۱.

قانعی بافقی، محمدجواد؛ یار احمدی، علیرضا؛۱۳۹۰. بررسی رابطهٔ دانه‌بندی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای حسن‌آباد بافق با جهت باد فرساینده با استفاده از زمین آمار. نشریهٔ مرتع و آبخیزداری. دورهٔ ٦٣. ۲۳۵– ۲٤۸.

نگارش، حسین؛ لطیفی لیلا؛ ۱۳۸۸. منشایابی نهشته‌های بادی شرق زابل از طریق مورفوسکوپی و آنالیز فیزیکی و شیمیایی رسوبات. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی.۱. ۱–۲۲.

یمانی، مجتبی؛۱۳۷۹. ارتباط قطر ذرات ماسه و فراوانی سرعت‌های آستانهٔ باد در منطقهٔ بند ریگ کاشان. پژوهش‌های جغرافیایی.۳۸. ۱۱۵–۱۳۲.

Aagaard, T., Orford, J., & Murray, A. S. (2007). Environmental controls on coastal dune formation: Skallingen Spit, Denmark. *Geomorphology, 83,* 29-47.

Folk, R. L. (1971). Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson desert, northern territory, Australia. *Geomorphology and Grain Size Relationships Sedimentology, 16,* 4–54.

Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). Brazos river bar: A study on the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology, 27,* 3–26.

Guang, H., Guifang, Z., & Wenbin, Y. (2004). A quantitative analysis on the sources of dune sand in the Hulun Buir Sandy Land: Application of stepwise discriminant analysis (SDA) to the granulometric data. *Journal of Geographical Sciences, 14,* 177-186

Hesp, P. (2002). Fore dunes and blowouts, initiation, geomorphology and dynamics. *Journal of Geomorphology, 48,* 245–268.

Inman, D. L., (1952). Measures for describing the size distribution of Sediments. *Journal of Sedimentary Petrology, 22,* 125–145.

Krumbein, W. C. (1959). The sorting out of geological variables illustrated by regression analysis of factors controlling beach firmness. *Sedimentary Research, 29,* 575–587.

Krumbein, W. C., & Pettijohn, F. J. (1938). *Manual of Sedimentary Petrography*. New York: Appleton-Century Crofts.

Lancaster, Nicholas (2009). *Geomorphology of Desert Environments: Dune Morphology and Dynamics.* Springer.

Mc Laren, P. (1981). An interpretation of trends in grain size measures. *Journal of Sedimentary Research (SEPM), 51*(2), 611-624.

Psuty, N. P. (1989). An application of science to the management of coastal dunes along the Atlantic coast of the USA. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences, 96,* 289-307

Sherman, D. J., & Bauer, B. O. (1993). Dynamics of beach–dune system. *Progress in Physical Geography, 17,* 413–447.

Short, A. D., & Hesp, P. A. (1982). Wave, beach and dune interactions in southeastern Australia. *Marine Geology, 48,* 259–284.

Terzaghi, K., (1955). Influence of geological factors on the engineering properties of sediments. *Economic Geology, 50,* 557–618.

Trask, P. D. (1932). *Origin and environment of source sediments of petroleum.* Houston: Gulf Publishing Company.

Zaady, E., Dody, A., Weiner, D., Barkai, D., & Offer, Z.Y. (2008). A comprehensive method for Aeolian particle Granulometry and micromorphology analyses. *Environmental Monitoring and Assessment, 155,* 169–175.